

EXPERIENCIAS EN EL ARRANQUE DE LA UNIDAD I DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

José M. FERNANDEZ MESA

Cronológicamente, el objeto de este artículo comprende el período transcurrido entre la finalización de la prueba funcional en caliente hasta el momento actual, en que la Unidad 1 funciona normalmente a la potencia limitada del 50 % como condición segura para evitar el deterioro prematuro de los tubos de los Generadores de Vapor.

ANTECEDENTES

La ejecución de las pruebas preoperacionales o también llamadas prenucleares se efectuó a lo largo de cuatro años, a medida que se avanzaba en la finalización de los sistemas que componen la Unidad. Dichas actividades fueron realizadas por el Grupo de Pruebas y Puesta en Marcha, grupo numeroso y bien cualificado y del que eran miembros algunos de los Jefes de las Secciones de la organización de Explotación de la Central.

Las actividades de este Grupo de Pruebas y Puesta en Marcha culminaron con la Prueba Funcional en Caliente, que finalizó en febrero de 1980, procediéndose a continuación a las transferencias a la organización de Explotación de todos los sistemas de la Central, de acuerdo con un programa de transferencias y de ejecución de pendientes. Este programa comprendía no sólo los pendientes de finalización de edificios y sistemas auxiliares, sino también aquellos puntos abiertos que, o bien no se habían ejecutado en las pruebas preoperacionales o los resultados obtenidos en dichas pruebas, no habían satisfecho los criterios de aceptación y era, pues, necesario repetirlos una vez resueltas por diseño o modificación de diseño las deficiencias aparecidas.

Para hacer frente a las actividades mencionadas hasta la obtención del Permiso de Explotación Provisional, se creó una organización que coordinadamente iba efectuando el cierre de los pendientes de ejecución y preparaba la Unidad 1 para la carga del combustible.

Estas actividades se fueron efectuando hasta cerrar todos los condicionantes requeridos por la Administración para la concesión del Permiso de Explotación Provisional.

El Permiso de Explotación Provisional fue otorgado el día 13 de octubre de 1980 por la Dirección General de la Energía.

ACTIVIDADES ESPECIALES PREVIA A LA CARGA DE COMBUSTIBLE

Aparte de las ya mencionadas actividades ligadas a la finalización y solución de pendientes en los sistemas, estructuras y componentes de la Central, caben destacar dos actividades muy específicas, tanto del diseño de la Central Nuclear de Almaraz, como de la situación socio-laboral de la Construcción por aquellas fechas.

Debido al diseño de la Central Nuclear de Almaraz es de una gran complejidad establecer un criterio técnico y único para ejecutar la separación de las dos Unidades, ya que dispone de un edificio auxiliar y una Sala de Control común, así como diversos sistemas cuya ubicación se encontraba físicamente en pleno espacio de la Unidad 2.

Para efectuar una adecuada separación de Unidades tanto mecánica, eléctrica, como físicamente, hubo que crear un amplio grupo de trabajo cuya función fue establecer la separación mecánica y eléctrica con la total garantía de evitar cualquier interacción entre las dos unidades. Para ello hubo que cortar una gran cantidad de tuberías y colocar bridas ciegas y válvulas de aislamientos y establecer un control administrativo muy rígido para evitar cualquier incidencia. Eléctricamente la segregación de unidades fue igualmente rigurosa.

Para garantizar al personal una seguridad, bajo el punto de vista de Protección Radiológica, se dispusieron estratégicamente en la Unidad 2, detectores de radiación provisionales, con alarma local de actuación y de fallo por pérdida de alimentación a los detectores.

La separación física de ambas Unidades para satisfacer los criterios de Seguridad Industrial no fue menos complicada. Fue necesario establecer numerosos controles administrativos, para la vigilancia de los tajos, cuyo objetivo fundamental era el de conseguir que cada actividad específica a ejecutar en zonas comunes a ambas unidades, o de la propia Unidad 1, por personal de contratistas, dispusiera de un permiso de trabajo concreto y nominativo para dicha actividad, en el que se contemplaran todos los requisitos de seguridad en su más amplio sentido.

Cabe indicar que desde la implantación de la separación de Unidades que fue recogida en un volumen que contenía los procedimientos de control y planos de ubicación de puntos de corte, no se ha producido ninguna incidencia; como anécdota cabe destacar que en tres o cuatro ocasiones actuaron alarmas en los detectores de radiación provisionales ubicados en la Unidad 2 y cuya causa fue fallo en el suministro de tensión, ya que la alimentación a estos equipos era la provisional de Obra.

Paralelamente a estas actividades técnicas se organizaron charlas, patrocinadas por la Comisión de Medicina y Seguridad de la obra y que abarcaron en el plazo de un mes a todo el personal de construcción, con el objeto de informarles sobre Protección Radiológica, planes

de emergencia y separación de Unidades. Esta actividad, salvo algunas retenciones iniciales, tuvo un total éxito. En estas reuniones llamadas Comisiones de Área intervenía personal responsable de Explotación, y se discutían todos los problemas de separación de Unidades, alarmas espúreas, preparación de simulacros, así como el progreso de la operación de la Unidad 1 con sus incidentes específicos.

PERMISO DE EXPLOTACION PROVISIONAL

El permiso de Explotación Provisional fue concedido en la tarde del día 13 de octubre de 1980. Este permiso incluía un condicionado en el que se recogía, además de la propuesta de CNA para las pruebas a efectuar por la Unidad 1, algunas pruebas adicionales contempladas en la última revisión de la Guía Reguladora 1.68, así como algunas pruebas recomendadas tras el accidente de Three Mile Island (TMI-2).

Asimismo se contenían plazos para el proyecto e instalación de equipos y sistemas siguiendo las recomendaciones a largo plazo surgidas tras el mencionado accidente de TMI-2.

El condicionado, muy completo, se ha venido cumpliendo en plazo por Central Nuclear de Almaraz, quedando pendiente algunas pruebas a efectuar al 100 % de potencia, y aquellas actividades que deberán efectuarse en la próxima recarga de combustible.

PERIODO ENTRE LA CARGA DE COMBUSTIBLE Y LA PRIMERA SINCRONIZACION

La carga de combustible se inició el día 23 de octubre de 1980, es decir, a los 10 días de obtenerse el Permiso de Explotación Provisional y se efectuó en algo menos de cuatro días sin ninguna incidencia digna de mencionar.

En el período que media entre la carga del núcleo y la primera criticidad, aparecieron varios problemas importantes por su incidencia en el programa de arranque y que impedían la criticidad, al estar sometida la Unidad 1 a Especificaciones Técnicas de Funcionamiento.

El programa de arranque estaba constituido por 108 pasos, algunos de ellos con varios subpasos, además de una docena de pruebas específicas contenidas en el condicionado del permiso de Explotación Provisional.

El paso número 5 era la carga del núcleo, el número 45, la primera criticidad y el número 55, la primera sincronización. Cronológicamente estos pasos se efectuaron en las fechas siguientes:

- Paso número 5: Carga del núcleo. Se finalizó el 27 de octubre de 1980.
- Paso número 45: Primera criticidad. Se efectuó el día 6 de abril de 1981.
- Paso número 55: Primera sincronización. Se efectuó el 1 de mayo de 1981.

Las dificultades encontradas tras la carga del núcleo fueron fundamentalmente dos: la primera una variación producida en el Generador del Grupo Diesel de Emergencia por un acoplamiento defectuoso. Al analizarse el fallo se puso de manifiesto que el diseño, aunque adecuado, podría mejorarse reforzando la sujeción de las bobinas. Esto se hizo en los dos Generadores de los Diesel de Emergencia. La segunda fue un problema genérico en válvulas de compuerta fabricadas por W. que no cumplían adecuadamente su función al someterla a condiciones extremas de funcionamiento.

Esta segunda dificultad requirió más de un mes de trabajo para su solución definitiva.

En febrero de 1981 la Central se llevó a Disponible Caliente para, una vez completados los pendientes de las pruebas preoperacionales, iniciar la aproximación a crítico.

Al finalizar el mes, y una vez completadas las pruebas, se llevó la Central a parada fría para resolver algunas fugas y problemas aparecidos durante el calentamiento.

Finalmente, resueltos los problemas aparecidos en el circuito secundario que nunca anteriormente se había puesto en servicio, se efectuó la primera criticidad el día 6 de abril de 1981.

Tras la primera criticidad y efectuadas las pruebas nucleares a potencia cero satisfactoriamente, se acondicionó el circuito secundario para la sincronización, hecho que se produjo a las 18 horas del día 1 de mayo de 1981.

SUBIDA DE POTENCIA DE LA CENTRAL

Una vez efectuada la primera sincronización (paso 55) la secuencia de arranque fluyó con gran rapidez. Así cronológicamente las fechas en las que se alcanzaron los distintos escalones de potencia fueron:

1 de mayo de 1981: Primera sincronización.

1 de mayo de 1981: 10 % de potencia.

12 de mayo de 1981: 30 % de potencia (alimentación auxiliar).

18 de mayo de 1981: 30 % de potencia (alimentación principal).

28 de mayo de 1981: 50 % de potencia.

29 de junio de 1981: 75 % de potencia.

10 de julio de 1981: 90 % de potencia.

11 de julio de 1981: 100 % de potencia.

Es decir, en un plazo de 71 días se alcanzó la plena potencia y la ejecución de los pasos de la secuencia de arranque correspondientes. Hay que señalar que fue preciso llevar la Central a parada fría, tras el disparo programado después de la subida al 50 %. Dicha parada se prolongó por 14 días para efectuar trabajos de mantenimiento.

Una de las pruebas especificadas en la secuencia de arranque era la medida del arrastre de humedad de los Generadores de Vapor al 100 % de potencia. Esta prueba, efectuada el día 11 de julio de 1981, mostró, como ya se esperaba, que el arrastre de humedad era superior al especificado.

Por este motivo, la Unidad se mantuvo al 98 % de potencia durante los meses de julio y agosto de 1981, efectuándose el disparo de turbina programado (paso 108 de la secuencia de arranque) el día 1 de septiembre de 1981.

La parada correspondiente a este disparo se aprovechó para modificar el sistema de separación de humedad de los tres Generadores de Vapor.

El día 6 de octubre vuelve a estar la Unidad al 100 % de potencia y en los días siguientes se efectúa la comprobación del arrastre de humedad, siendo los resultados totalmente satisfactorios.

Cuando se estaban efectuando los preparativos para efectuar las pruebas de aceptación del suministro del sistema de generación nuclear, es decir, la prueba contractual más importante, es cuando surge el problema de los Generadores de Vapor en la Central sueca de Ringhals 3. Tras la inspección de los tubos de los Generadores de Vapor de Ringhals 3, se comprueba que el problema puede ser genérico y Westinghouse comunica a Central Nuclear de Almaraz que es necesario parar Almaraz y proceder a una inspección similar a la de Ringhals. La Unidad se para el día 4 de noviembre de 1981, siendo el resultado de la inspección similar al de la Central sueca, aunque con una menor degradación de la pared de los tubos afectados por el fenómeno de la vibración inducida.

da en los tubos de los Generadores de Vapor.

FUNCIONAMIENTO DE ALMARAZ A POTENCIA REDUCIDA

Ante el hecho del problema de diseño de los Generadores de Vapor modelo D-3, cuya característica principal es la presencia de un precalentador del agua de alimentación y del que no se va a hablar en el presente artículo, la Unidad 1 entra en un período de funcionamiento intermitente, limitado en potencia al 50 % y en tiempo, en períodos variables cuyo esquema es el siguiente:

- Parada Unidad 1: 4 de noviembre de 1981.
- Inicio funcionamiento al 50 % y 1.500 horas de operación: 22 de diciembre de 1981.
- Nueva parada tras cumplir el período de 1.500 horas: 10 de marzo de 1982.
- Rearranque de la Unidad al 50 % por nuevo período de 1.500 horas: 27 de abril de 1982.
- Parada de la Unidad tras cumplir el período de 1.500 horas más una prórroga de 500 horas autorizada por el CSN: 23 de julio de 1982.
- Prearranque de la Unidad al 50 % por un nuevo período de 4.000 horas con posibilidad de subir al 63 % durante 2.000 horas: 18 de septiembre de 1982.

Actualmente la Unidad funciona al 50 % de potencia y se va a solicitar la subida al 63 % utilizando el modo de funcionamiento de caudal de agua de alimentación dividido, alimentando un 50 % del caudal por la tobera principal de agua de alimentación y un 13 % por la tobera auxiliar.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA OPERACION DE LA UNIDAD 1 DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

Quisiera resaltar más el hecho significativo del arranque de la Unidad 1 con la Unidad 2 en plena actividad de finalización. Este período fue particularmente complejo dado que el diseño no contempla una adecuada separación de

Unidades, por lo que una parte de las actividades de finalización de la Unidad 2 había que efectuarla en áreas comunes a ambas Unidades, e incluso dentro de la propia Unidad 1.

Esto unido a la contestación inicial, por los trabajadores contratados para la construcción de la Unidad 2 en el momento de la carga del núcleo, no auguraba una explotación fácil de la Unidad 1.

Sin embargo, tras una cierta oposición inicial, el establecimiento de una Comisión de área para informar a los trabajadores de la marcha de la Unidad 1, así como para discutir todos los casos que surgieran tras la implantación del criterio de separación de ambas unidades, hizo que todo marchara normalmente a pesar de que a veces la prensa daba informaciones sobre supuestos incidentes que se producían en Almaraz. Es probable que el hecho de estar trabajando en la propia Central y recibiendo buena y adecuada información impidiera cualquier postura de oposición al funcionamiento de la Central.

MODIFICACION FUTURA DE LOS GENERADORES DE VAPOR

En el momento actual se está a la espera del informe técnico final de la modificación que el suministrador va a proponer a la Nuclear Regulatory Commission de los Estados Unidos.

La modificación consiste, en esencia, en introducir un distribuidor de caudal adecuado en el interior de la cámara de precalentamiento de los Generadores, a través de la tobera de entrada del agua de alimentación.

Almaraz es la de efectuar la modificación tan pronto se disponga del correspondiente permiso en la Unidad 2 que aún no ha entrado en funcionamiento y obtener, asimismo, con ello el Permiso de Explotación Provisional para que dicha Unidad pueda realizar un programa de pruebas nucleares hasta el 100 % de potencia.

En cuanto a la Unidad 1, se efectuaría con posterioridad aprovechando una parada adecuada, así como la experiencia en el montaje en la Unidad 2.

Es probable que la modificación pueda iniciarse en la Unidad 2 a lo largo del mes de enero de 1983 y finalizar en marzo, con lo que para el verano pueda disponerse de los primeros KW nucleares de dicha Unidad.

RESUMEN Y DATOS ESTADISTICOS

La Unidad 1 de la Central Nuclear de Almaraz desde su acoplamiento a la red, el día 1 de mayo de 1981, ha venido funcionando en forma satisfactoria, pudiéndose considerar un record el haber alcanzado la plena potencia a los 71 días del acoplamiento inicial y mantenerla normalmente durante más de 1.300 horas a potencias superiores al 90 %, hasta que surgió el problema de los Generadores de Vapor.

Desde el acoplamiento hasta el día 19 de diciembre de 1982, la Unidad ha vertido a la red una producción de 4.336.820 Mwh.

El cuadro siguiente refleja la marcha de la producción.

	Del 1-5-81 al 31-10-81	Del 1-5-81 al 31-12-81	Del 1-5-81 al 30-11-82
Horas de acoplado	2.885	3.121	8.427
Factor de utilización	54,43	41,28	34,61
Factor de operación	65,33	53,07	60,64
Producción bruta (Mwh)	1.877.790	1.986.170	4.245.510

Esta solución ha sido debidamente ensayada en diversos modelos de Generadores de Vapor, incluyendo un modelo a escala 1/1 fabricado en Suecia, con resultados satisfactorios y se están elaborando los informes finales sobre comportamiento de materiales en los transitorios previsibles.

La intención de Central Nuclear de

Como puede observarse, hasta la aparición del problema en los Generadores de Vapor, los factores de utilización y operación eran más que satisfactorios. Ya después, la limitación de la potencia y la duración de las paradas para inspección han hecho descender dichos valores, acumulados a origen, considerablemente.